

(588)

高Niオーステナイト鋼のTi、Nb、Zr添加による強化

日本鋼管(株) 技術研究所 加根魯 和宏

序：18-8系ステンレス鋼等の耐熱鋼の高温強度を改善する方法の一つに、Ti、Nb等の炭化物形成元素の添加が知られている。しかし、900℃といった高温での使用を考慮した場合、18-8系の鋼は、耐酸化性が十分でない。一方、25-20系の鋼も、添加元素による強化が可能であるが、 σ 相析出に伴う強度低下が懸念される。今回は、 σ 相の析出を少なくするためにNi量を増加させたオーステナイト鋼のクリープ破断強度に対する、炭化物形成元素の添加効果を検討した。

供試鋼、実験方法：20%Cr-30%Niを中心に、Cr、Ni量を変化させた鋼にTi、Nb、Zrを単独に添加し強度改善を試みた。主要原料は、電解素材を用いているが、P、Sには特に考慮をはらっておらずSは0.001~0.010、Pは0.002~0.020の範囲にばらついている。Alはほとんどの鋼に0.3%程度添加した。大気溶解後、10kg鋼塊とし、熱間圧延後、1250℃を中心に溶体化処理を行った。結晶粒度は、ASTM No. 2~4の範囲の粗粒である。クリープ破断試験は900℃を中心に行った。

実験結果：1) 20~30%Cr-15~35%Niの範囲の鋼の強度は、Cr、Niの効果がわずかに認められた。Cは有効であるが、強化作用は、マトリックスが不安定な鋼では少ない。

2) Tiによる強化は、マトリックスの成分に関係なく可能である。最適値は、18-8、25-20鋼と同様、0.2~0.5の範囲にある。過剰の添加は強度を低下させるが、20%Cr-30%Ni鋼においても、添加量の多い場合、 σ 相と考えられる塊状の析出物が認められた。Cの増加による効果は、800℃において大きく、900℃では減少する。Ti添加鋼の破断伸びは、他の鋼に比較して優れている。

3) 18-8鋼、25-20鋼において、Nb添加は、Ti以上の効果を持つが、高Ni鋼においては、Tiと同程度の効果しか示さない。1300℃溶体化処理は、Nb添加量が多い場合に有効である。Cを0.15%以上に増加しても効果はない。

4) Zr添加は、わずかの効果を示すのみであり、添加量による差、C量の差もほとんど認められない。

5) 析出する炭化物は、Ti、Nbの少量添加により微細になるが、過剰添加を行うと、微細炭化物は少なくなる。しかし、クリープ破断強度との対応は明瞭でない。Ti添加鋼は、Nb添加鋼に比較して微細な析出物が得られる。(写真1)

6) 20%Cr-30%Ni-TiおよびNb添加鋼の900℃、1万時間外挿強度は2kg/mm²程度になり、25-20鋼に比較して優れている。(図1、2)
写真1. 900℃、1000h時効材の炭化物
×5000、a: 0.48%Ti、b: 0.37%Nb

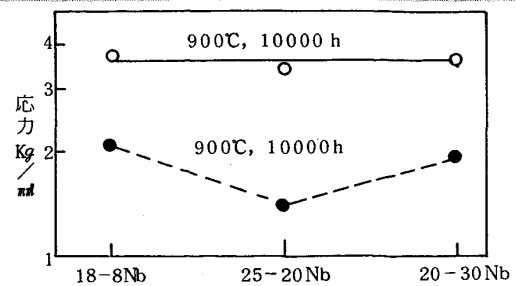
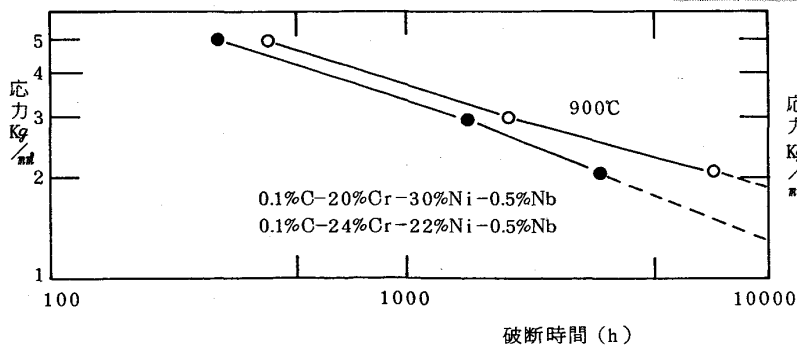
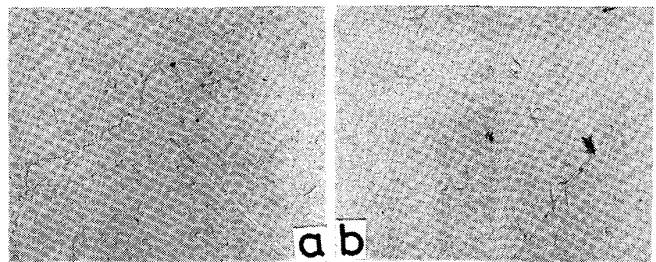


図1、2 Nb添加鋼のクリープ破断強度